

Fiia Kalliomaa

Pilaantuneen maaperän puhdistusprosessi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

3.5.2017

Tekijä(t) Otsikko	Fii Kallioma Pilaantuneen maaperän puhdistusprosessi
Sivumäärä Aika	38 sivua 3.5.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennetekniikka
Ohjaaja(t)	Työpäällikkö Kari Liimu, YIT Rakennus Oy Projekti-insinööri Erja Kivilahti, YIT Rakennus Oy
<p>Insinööriyössä tutkittiin pilaantuneen maaperän puhdistusprosessia. Työ tehtiin YIT Rakennus Oy Kerrostalot Pääkaupunkiseutu -yksikön toimeksiannosta. Tavoitteena oli selvittää puhdistusprosessin kulkua ja tuoda uusia työkaluja suunnittelun ja toteutuksen avuksi. Näillä pyrittiin myös yhtenäistämään toimintatapoja pilaantuneen maaperän puhdistukseen liittyen.</p> <p>Pääkaupunkiseudulla jo rakennettujen tonttien käyttö uudisrakennuksen tonttina lisääntyy, joten puhdistusprosessin kulusta saatavalle tiedolle on enemmän tarvetta. Työn aloittamiseen ajoi tarve dokumentoidun tiedon saamiseksi pilaantuneen maaperän puhdistuksesta, koska tähän saakka tieto on välittynyt vain suullisesti henkilöltä toiselle, eikä kaikilla ollut tietoa saatavilla.</p> <p>Insinööriyön tutkimusmenetelminä toimi aiheeseen liittyvä materiaali, YIT Rakennus Oy:n jo toteutuneista kohteista syntyneet materiaalit sekä keskustelut työnjohtajien kanssa, jotka ovat osallistuneet kohteeseen jossa on pilaantuneen maaperän puhdistus toteutettu. Kirjallisuudesta sai suuren osan perusteoriasta, eli mitä pilaantunut maaperä tarkoittaa tai mitä sen puhdistus tarkoittaa. Toteutuneiden kohteiden materiaalilla teorian pystyi hahmottamaan käytännössä ja oikeissa kohteissa. Keskusteluilla kerättiin kokemuksia puhdistusprosessista ja ongelmakohtia, joita tuloksilla pyritään tuomaan ongelmakohtia tietoisuuteen ja poissulkemaan niitä.</p> <p>Insinööriyön tuloksena syntyi pilaantuneen maaperän puhdistusprosessin tarkastuslista, pilaantuneen maaperän puhdistuksen aloituspalaverin asialista ja aloituspalaveriin liittyvän pilaantuneen maaperän lohkojakotaulukko. Tarkastuslista sisältää asioita, jotka kannattaa tarkistaa ja joihin mahdollisesti tulisi varautua puhdistusprosessin aikana. Aloituspalaverin asialistassa on muokattu YIT Rakennus Oy valmispohjaa aloituspalaverin asialistasta soveltumaan pilaantuneen maaperän puhdistukseen. Lohkojakotaulukko on valmispohja pilaantunutta maaperää sisältävän tontin lohkojakoon pysty- ja vaakasuunnassa.</p>	
Avainsanat	Pilaantuminen, maaperä, puhdistus

Author(s) Title	Fiia Kalliomaa Process of cleaning contaminated soil
Number of Pages Date	38 pages 3 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Structural Engineering
Instructor(s)	Kari Liimu, Construction Manager Erja Kivilahti, Production Engineer
<p>The thesis studied the process of cleaning contaminated soil. The study was commissioned by the Apartment Houses Metropolitan Area unit of YIT Construction Ltd. The aim was to clarify the cleaning process flow and bring new tools to aid in the design and execution of the cleaning process. The idea was to standardize the methods used in the process of cleaning soil.</p> <p>The use of already constructed land for new buildings is increasing in the metropolitan area; therefore a knowledge of the cleaning process is more required. The reason for conducting this thesis project was the need to obtain documented information of the process of cleaning contaminated soil. Up to now this information has been transmitted only orally from person to person, and it was not available for everyone.</p> <p>The project was conducted by studying material related to the topic: YIT Construction Ltd's material on already completed projects as well as discussions with foremen who had already participated in a project where the contaminated soil had been cleaned. Literature sources provided a large part of the fundamental theory, that is, what contaminated soil means or what cleaning this soil means. From the material on already taken cleaning processes, it was possible to perceive the theory in practice and in the real locations. Discussions collected information on the experiences of the cleaning process and on the problem areas. The results of the discussions can be used to increase the awareness of the problem areas in soil cleaning and thus to help the company to avoid similar problems in future.</p> <p>As a result of this thesis, a checklist for the process of cleaning contaminated soil, an agenda for the start meeting of the soil remediation project, and a block allocation table of contaminated soil for the start meeting. The checklist includes matters that you should check and should possible be prepared for during the cleaning process. The start meeting agenda was created by modifying YIT Construction Ltd's start meeting agenda template to suit contaminated soil cleaning. The block allocation table is a ready template for dividing the site into vertical and horizontal blocks.</p>	
Keywords	contamination, ground, soil

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Pilaantuneen maaperän määrittely	1
2.1	Haitta-aineet maaperässä	2
2.1.1	Viitearvot	3
2.1.2	Kynnysarvot	4
2.1.3	Ohjearvot	5
2.2	Pilaantuneen maaperän kunnostusmenetelmät	6
2.2.1	Eristäminen	7
2.2.2	Stabilointi	8
2.2.3	Terminen käsittely eli lämpökäsittelymenetelmä	9
2.2.4	Märkäerotus/pesu	9
2.2.5	Huokosilmatekniikat	10
2.2.6	Biologiset menetelmät	10
3	Pilaantuneeseen maaperään liittyvät lait ja määräykset	11
3.1	Ympäristönsuojelulaki (527/2014)	11
3.1.1	Ympäristönsuojelulakiin perustuvat velvollisuudet ja kiellot	12
3.1.2	Pilaantuneen maaperän ja pohjaveden puhdistaminen	13
3.1.3	Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014)	13
3.1.4	Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007)	13
3.2	Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004)	14
3.3	Terveystoimintalaki (763/1994)	15
3.4	Jätelaki (646/2011)	16
3.5	Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999/132)	16
3.6	Kemikaalilaki (599/2013)	17
4	Pilaantuneen maaperän puhdistusprosessi	17
4.1	Maanhankinta	18
4.2	Suunnittelu	19
4.2.1	Esiselvitys	20

4.2.2	Tutkimusvaihe	21
4.2.3	Riskien arviointi	23
4.2.4	Kunnostussuunnitelma	23
4.2.5	Työmaalla tapahtuva suunnittelu	24
4.3	Kunnostuksen toteutus	26
4.3.1	AloitUS	26
4.3.2	Kaivuu	27
4.3.3	Kuljetus ja vastaanottopaikat	28
5	Ongelmia pilaantuneen maaperän puhdistuksessa	32
5.1	Pohja- ja/tai orsiveden korkea pinta	32
5.2	Vanhat ja nykyiset maanalaiset rakenteet	33
5.3	Ympäristötekijät	34
5.4	Pilaantuneessa maaperässä jätettä	35
6	Tulokset ja yhteenveto	35
	Lähteet	37

1 Johdanto

Tämä insinööritoimisto tehdään YIT Rakennus Oy Kerrostalot Pääkaupunkiseutu -yksikölle (ARK). YIT Rakennus Oy on suomalainen rakennusalan yritys, joka toimii asunto-, toimitila- ja infrarakentamisen sektoreilla [12.]. YIT Rakennus Oy toimii Suomen lisäksi myös Venäjällä, Baltian maissa, Tšekissä, Slovakiassa ja Puolassa [12.]. Kerrostalot Pääkaupunkiseutu -yksikkö keskittyy omaperustaisiin asuntorakennuskohteisiin pääkaupunkiseudulla.

Pääkaupunkiseudulla on rakennuskelpoinen tonttimaa vähentymässä, joten joudutaan yhä enenevässä määrin rakentamaan uudisrakennuksia jo rakennetuille tonteille. Näillä alueilla aiemman toiminnan vuoksi voi maaperä olla pilaantunutta. Tällä hetkellä tieto pilaantuneen maaperän puhdistusprosessista kulkee YIT Rakennus Oy:n ARK-yksikön sisällä suullisesti henkilöltä toiselle, jolloin tiedot eivät ole olleet kaikkien saatavilla. Tällä työllä pyritään saamaan tieto kaikkien ulottuville sekä selventämään pilaantuneen maaperän puhdistusprosessia ja antamaan työkaluja prosessin suunnitteluun ja toteutukseen. Tiedon toivotaan myös yhtenäistävän toimintatapoja yksikön sisällä. Konkreettiseksi tavoitteeksi määriteltiin projektisuunnitelmassa prosessikaavio sekä työmaaohje.

Tutkimuksen teorian muodostaa aiheeseen liittyvä kirjallisuus sekä jo toteutuneiden kohteiden materiaalit. Kirjallisuudella pyritään selventämään, mitä pilaantunut maaperä on ja mitä sen puhdistus tarkoittaa. Kohteiden materiaali auttaa teorian tulkinnessa. Tutkimuksissa käytetään myös asiantuntijahaastatteluja ja pilaantuneen maaperän puhdistuksessa mukana olleiden työnjohtajien kanssa käytyjä keskusteluja. Haastatteluilla ja keskusteluilla pyritään saamaan kuva työmaan näkökulmasta ja haasteista pilaantuneen maaperän puhdistusprosessissa.

2 Pilaantuneen maaperän määrittely

Pilaantuneella maaperällä tarkoitetaan maata, joka on ihmisen toiminnasta tulleiden haitta-aineiden takia laadultaan huonontunut, mikä voi vaarantaa tai olla haitaksi ihmisen terveydelle tai ympäristölle, tai se voi heikentää viihtyvyyttä tai loukata muuten yksityisyyttä tai yleistä etua. [1.]

2.1 Haitta-aineet maaperässä

Haitta-aineella tarkoitetaan ainetta, joka voi aiheuttaa haittaa terveydelle tai ympäristölle. Maaperässä voi olla monenlaisia haitta-aineita tontin vanhasta käyttötarkoituksesta riippuen. Vaarallisimmat haitta-aineet ovat ne, jotka aiheuttavat eniten terveyshaittoja ihmiselle tai eliöstölle. Yleensä ne ovat toksisimmat eli myrkyllisimmät ja helpoiten liikkuvimmat tai hitaasti jakautuvat haitta-aineet. [2.]

Tyypillisiä pilaantuneen maaperän haitta-aineita ovat [3.]:

- Metallit ja puolimetallit
- Öljyhiilivetyjakeet ja oksygenaatit
- Aromaattiset hiilivedyt
- Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet)
- PCBt, dioksiinit ja furaanit
- Klooratut alifaattiset hiilivedyt
- Klooribentseenit
- Kloorifenolit
- Erinäiset torjunta-aineet.

Taulukossa 1 voi nähdä esimerkkejä maaperän pilaantumista mahdollisesti aiheuttavat haitta-aineet ja niiden lähteet toimialoittain.

Taulukko 1. Maaperän pilaantumista mahdollisesti aiheuttavat haitta-aineet ja niiden lähteet toimialoittain [3.].

Toimiala	Mahdolliset haitta-aineet	Haitta-aineiden lähteet
Polttoaineen jakelu	Öljyhiilivedyt, Pb, MTBE, TAME	Polttoaineet ja niiden lisäaineet
Korjaamot, maalaamot ja romuttamot	Öljyhiilivedyt, metallit (mm. Pb, Cu), dioksiinit ja furaanit sekä PCB:t	Jäteöljyt, akut, kaapeleiden muovit, kondensaattorit ja muuntajat, liuottimet, maalit ja ruosteenestoaineet
Sahat ja kyllästämöt	Kloorifenolit, dioksiinit ja furaanit, PAH-yhdisteet, As, Cu, Cr	kyllästys- ja puunsuojaaineet
Metalliteollisuus	(raskas)metallit, öljyhiilivedyt, liuottimet ja syanidit	
Ampumaradat	Pb	Luodit ja haulit
Kaatopaikat	lähes mitä vain, esim. syanidit, raskasmetallit tai hiiivety-yhdisteet	
Muut teollisuuden alat, esim: -kemianteollisuus	Raskasmetallit, liuottimet	
Muu toiminta, esim: -kemialliset pesulat	perkloorietyleeni	pesuaineet

2.1.1 Viitearvot

Viitearvoja on kahdenlaisia: ekologisista ja terveysperustaisia. Ekologisille viitearvoille on kolme laskutapaa: tilastollinen laskentatapa, arviointikertoimiin perustuva laskentatapa ja vesieliötestien tuloksiin ja jakautumislaskentaan perustuva laskentatapa. Näillä tavoilla määritetään jokaiselle haitta-aineelle ekologinen viitearvo. [5.]

Terveysperustaiset viitearvot määritetään altistuslaskennalla, jossa verrataan ihmisen suurinta haitta-aineen päivittäistä saantia läpi elämän, ilman lisääntyvää terveyshaittaa, maaperän haitta-aine pitoisuuteen. Laskennassa otetaan huomioon haitta-aineen fysi-kaalis-kemialliset ominaisuudet, joka tarkoittaa esimerkiksi sitä, miten hyvin haitta-aine haihtuu sisäilmaan, miten se imeytyy ravinto kasveihin jne. [5.]

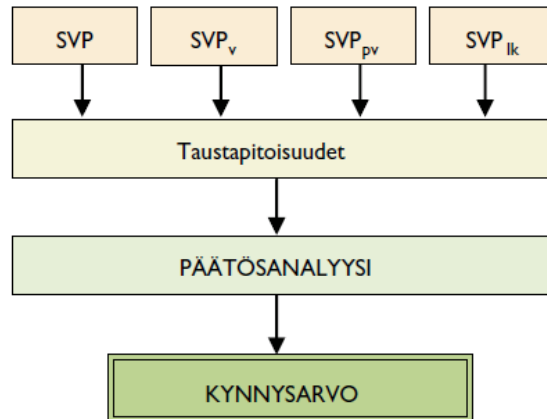
2.1.2 Kynnysarvot

Kynnysarvo on arvo, joka asetetaan pitoisuustasoon, jossa voidaan pitää maa-ainek-sessa olevan haitallisen aineen aiheuttamia ympäristö- ja terveysriskejä merkityksettö-män pienenä maa-aineksen sijainnin tai käyttötarkoituksesta riippumatta. Kynnysarvon alittavat maa-ainekset ovat siis pilaantumattomia maa-aineksia, joiden ei pitäisi aiheuttaa maaperän, pohjaveden tai muun ympäristön pilaantumisriskiä. [5.]

Kynnysarvon asettamisessa käytetään yksinkertaista asiantuntijakeskusteluun perustu-vaa päätösanalyysia. Päätösanalyysissä otetaan huomioon laskennalliset maaperän vii-tearvot, haitta-aineen ympäristö- ja terveysvaarat (myrkyllisyys, kulkevuus, pysyvyys ja kertyvyys), luontaiset ja ihmisen toiminnasta peräisin olevat maaperän taustapitoisuudet, analyysimenetelmien määritysrajat, ympäristölainsäädännön vaatimukset, periaatteet ja tavoitteet sekä maaperän tutkimus- ja kunnostushankkeiden tekniset ja taloudelliset edellytykset. [5.]

Kuvassa 1 voi nähdä kynnysarvon määrytymisperusteet. Kuvassa SVP tarkoittaa suu-rinta vaikutuksetonta viitearvoa, alaindeksit viittaavat eri asioiden pilaantumisriskiä, ku-ten talousvetenä käytettävän pohjaveden pilaantumisriskiä (SVP_{pv}). [5.]

SUURIN VAIKUTUKSETON PITOISUUS

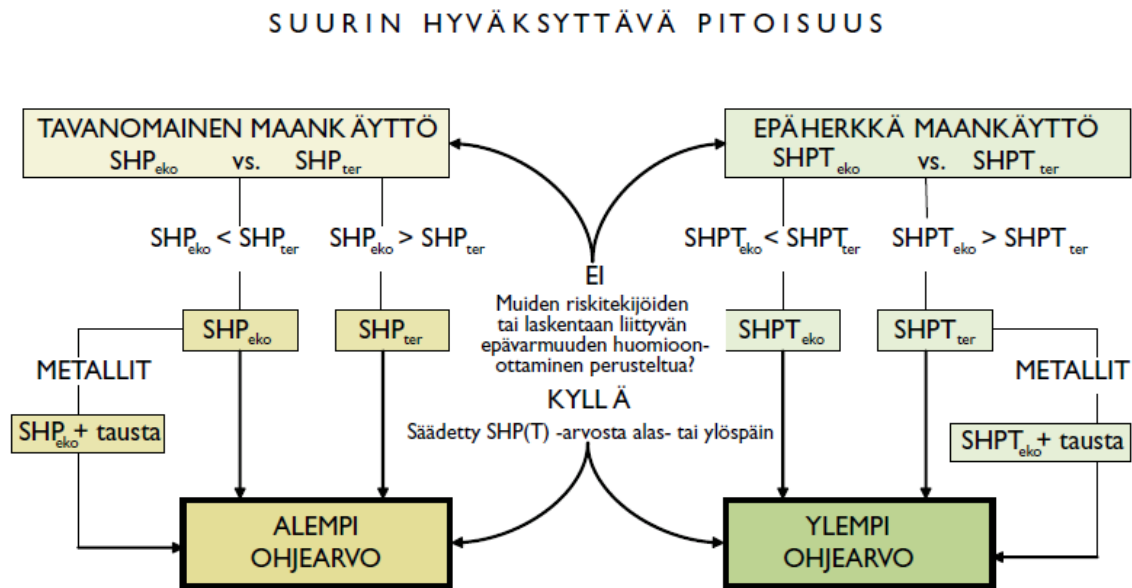


Kuva 1. Kynnysarvon määräytymisperusteet [5.].

2.1.3 Ohjearvot

Ohjearvoja on kaksi, alempi ja ylempi ohjearvo. Ohjearvot on asetettu tasoon, jossa maa-aineksen haitta-aineesta johtuvia ympäristö- ja terveysriskejä ei voi ilman tarkennettua kohdekohtaista arviointia pitää hyväksyttävänä. [5.]

Ohjearvot perustuvat viitearvoihin SHP, joka on tavalliseen maankäyttöön perustuva viitearvo ja SHPT, joka on epäherkkään maankäyttöön perustuva viitearvo. Jokaiselle haitta-aineelle on määritetty SHP- ja SHPT-arvot sekä ekologisen (SHP_{eko} ja $SHPT_{eko}$) että terveysriskien (SHP_{ter} ja $SHPT_{ter}$) perusteella. Alempi ohjearvo määritellään näistä pienemmän SHP-arvon mukaan ja ylempi ohjearvo pienemmän SHPT-arvon mukaan. Metalleilla otetaan ohjearvojen määrittämiseen mukaan myös taustapitoisuudet. Niissä SHP- ja SHPT-arvoihin lisätään vielä luonnossa normaalisti ilmenevä taustapitoisuus. Kuvassa 2 on kuvattu ohjearvojen määrittämisperusteet. Vasemmalla puolella kuvassa on alemman ohjearvon määrittäminen ja oikealla puolella on ylempien ohjearvojen määrittäminen. [5.]



Kuva 2. Ohjearvojen määräytymisperusteet [5.].

2.2 Pilaantuneen maaperän kunnostusmenetelmät

Pilaantuneen maaperän kunnostusmenetelmät voidaan jakaa kahteen eri tapaan kunnostuksen lopputuloksen mukaan. Ne ovat haitta-aineen poistavat menetelmät ja haitta-aineen leviämisen estävät menetelmät. Menetelmistä käytetään termejä *in situ* ja *on site* tai *off site* -käsittelyt. *In situ* -käsittelyllä tarkoitetaan pilaantuneen maa-aineksen puhdistusta ilman maa-aineksen irrottamista. *On site* -käsittelyllä tarkoitetaan kaivetun pilaantuneen maa-aineksen puhdistamista kohteessa, kun taas *off site* -käsittelyllä tarkoitetaan pilaantuneen maa-aineksen puhdistusta kohteen ulkopuolella sijaitsevassa käsittelylaitoksessa. [3.] Taulukossa 2 voi nähdä Suomessa yleisimmin käytettävät kunnostusmenetelmät ja niiden soveltuvuus eri haitta-aineille.

Taulukko 2. Suomessa yleisimmät käytössä olevat kunnostusmenetelmät ja niiden soveltuvuus eri haitta-aineiden kunnostukseen. [3.]

	Orgaaniset haitta-aineet		Epäorgaaniset haitta-aineet	
	Haihtuvat	Ei-haihtuvat	Raskasmetallit	Muut epäorgaaniset
Eristäminen	-	X	X	X
Kiinteytys/stabilointi				
Orgaaniset sideaineet				
- esim. bitumi	-	X	X	X
Epäorgaaniset sideaineet				
- esim. sementti tai tuhka	-	o	X	X
Termiset menetelmät				
Terminen desorpti				
Poltto	X	-	-	-
Tehopoltto	X	X	o	o
Märkäerotusmenetelmät	X	X	X	X
Huokoisilmatekniikat	X	-	-	-
Biologiset menetelmät	X	X	-	v

X = Pääsiallisesti soveltuva kunnostusmenetelmät

o = Kohtalaisesti/ tietyin edellytyksin (esim. pienille erille) soveltuva kunnostusmenetelmä

- = menetelmä ei sovellu

2.2.1 Eristäminen

Eristämisellä pyritään estämään maaperässä olevien haitta-aineiden kulkeutuminen ja leviäminen ympäristöön. Näin ollen eristäminen ei poista haitta-ainetta maaperästä, jolloin ne aiheuttavat edelleen tietyn ympäristöriskin esimerkiksi, jos eriste rikkoutuu. Eristämisen voi toteuttaa maa-ainesta poistamatta (*in situ*) tai pilaantunut maa-aines poistetaan ja eristetään toisaalla (*off site*). [3.]

Eristysmateriaaleina voi käyttää luonnon- tai synteettisiä materiaaleja. Synteettisinä materiaaleina käytetään useimmiten geomembraaneja, jotka ovat valmistettu joko muovi- tai kumimateriaalista. Luonnonmateriaaleiksi sopivat esimerkiksi savi, bentoniitti ja bentoniitin kanssa sekoittuvat maa-ainekset. [3.]

Käytännössä eristämisellä on kolme toimintatapaa [2.&3.]:

- Pintaeristäminen, jossa estetään sade- ja valumavesien pääsy saastuneeseen maa-ainekseen sekä estetään kasveja, eläimiä ja ihmisiä pääsemästä kosketuksiin pilaantuneiden maa-ainesten kanssa. Tätä tapaa käytetään kohteissa, joissa on vaarana, että sade- tai valumavedet huuhtoisivat haitta-aineet ympäristöön.

- Pohjaeristäminen, jossa estetään haitta-aineiden kulkeutuminen ympäristöön tai estetään vesien pääsy pilaantuneeseen maaperään. Tätä tapaa käytetään, kun pilaantunut maa-aines läjitetään toisaalle. Tällöin on vaarana, että haitta-aineet imeytyvät ympäristöön.
- Pystyeristäminen, jossa estetään pohjaveden ja muiden vesien virtaus pilaantuneen maa-aineksen läpi. Tätä tapaa käytetään kohteissa, joissa pilaantunut maa-aines jätetään kohteeseen (*in situ*).
- Hydrauliset menetelmät, jossa muutetaan pohjaveden virtausta tai tasoa ja estetään veden pääsy kosketuksiin saastuneen maa-aineksen kanssa.

2.2.2 Stabilointi

Stabilointi on yleisnimitys kaikille menetelmille, joilla pyritään estämään haitta-aineen leviäminen ympäristöön kiinnittämällä se maa-ainekseen. Tässä menetelmässä haitta-ainetta ei poisteta maa-aineksesta, eikä siitä tehdä vähemmän myrkyllisiä yhdisteitä. Stabiloinnilla pyritään muuttamaan maa-aineksen fysikaalisia ja teknisiä ominaisuuksia, jotta maa-aineksen vedenläpäisevyys vähenee ja tällä tavoin haitta-aineen liukeneminen sade- ja valumavesiin minimoituu. [3.]

Stabilointimenetelmiä ovat [2.&3.]:

- Kiinteytys, jossa haitta-aineet sidotaan fysikaalisiin tai fysikaalis-kemiallisiin keinoihin maaperään. Tällöin haitta-aineen liukeneminen ja leviäminen ympäristöön estyy. Kiinteytyksessä sidosaineina voidaan käyttää orgaanisia aineita kuten bitumi ja epäorgaanisia aineita kuten sementti, kalkki tai bentoniitti.
- Kemiallinen stabilointi, jossa haitta-aine sidotaan tietyn epäpuhtauden mukaan määräytyvällä lisäaineella. Kemiallisessa stabiloinnissa useamman haitta-aineen stabilointi on haastavampaa kuin yhden, sillä haitta-aineiden optimiolosuhteet ja häiriötekijät ovat ainekohtaisia.

Yleisimpiä stabilointimenetelmiä ovat betonointi ja bitumistabilointi. Betonoinnissa sementin pH on korkea, joka nostaa pilaantuneen maa-aineksen omaa pH:ta ja puskuroin-

tikynnystä. Muista kiinteytysmenetelmistä betonointi eroaa sillä, että lopputuote on ominaisuuksiltaan haitta-ainetta sisältävää betonia eikä kiinteytettyä maa-ainesta. Tällöin sitä voi käyttää tietyin edellytyksin kaatopaikkojen rakenteissa. Bitumistabiloinnissa bitumi kapseloi tehokkaasti haitta-aineita, jolloin lopputulosta voi käyttää asfalttirakenteissa. [3.]

2.2.3 Terminen käsittely eli lämpökäsittelymenetelmä

Termiset käsittelyt voidaan jakaa kahteen erilaiseen käsittelytapaan: alhaisissa lämpötiloissa tapahtuvaan haitta-aineksen desorptioon ja korkeammassa lämpötilassa tapahtuvaan polttoon [2]. Käsittely tapahtuu kahdessa vaiheessa, joista ensimmäisessä poistetaan haitalliset yhdisteet maa-aineksesta lämmön avulla ja toisessa ne poistetaan poistokaasuista jälkipolton avulla [3]. Termisessä käsittelyssä tulee tuntee hyvin pilaantuneen maa-aineksen haitta-aineet ja niiden käsittelyyn tarvittavat lämpötila-alueet, sillä epäonnistuneesta käsittelystä voi syntyä alkuperäistä haitta-ainetta vaarallisempia yhdisteitä, kuten dioksiineja [3].

Alle 300 °C lämpötilassa tapahtuvaa termistä käsittelyä kutsutaan termodesorptioksi, jossa orgaaniset aineet eivät merkittävästi hajoa, vaan helposti hajoavat yhdisteet muuttuvat kaasuksi, josta ne myöhemmin tuhotaan jälkipolton yhteydessä. Myös 400- 700 °C lämpötilavälillä tapahtuvaa termistä käsittelyä kutsutaan termodesorptioksi. Tällöin orgaaniset aineet haihtuvat hajoamatta ja maa-aineessa oleva humus hajoaa. Tämä lämpötila-alue on yleisin pilaantuneen maa-aineksen kunnostuksessa. [3.]

Poltto tapahtuu 700 - 900 °C välisellä lämpötila-alueella, jolloin orgaaniset yhdisteet poistuvat maa-aineksesta kokonaan. Tällöin myös maa-aineksessa oleva humus palaa kokonaan tai hiiltyy. Jälkipolttotapahtuu 1000 - 1200 °C välisellä lämpötila-alueella, jolloin kaikki orgaaninen aine hapettuu täydellisesti. [3.]

2.2.4 Märkäerotus/pesu

Märkäerotusmenetelmässä pyritään erottamaan puhdistettu jae ja haitta-aineet sisältävä puhdistusjäännös eli puhdistusrejekti maa-aineksen läpi suodattavalla pesunesteellä. Märkäerotuksessa haitta-aine ei katoa mihinkään, vaan puhdistusrejekti pitää vielä hävittää tai loppusijoittaa haitattomalla tavalla. [3.]

Märkäerotus perustuu ensi sijassa fysikaalisiin prosesseihin, jotka tapahtuvat erillisissä pesulaitteissa. Erottaminen puhtaisiin ja pilaantuneisiin partikkeleihin perustuu raekoon, laskeutumisnopeuden ja pintaominaisuuksien eroihin tai näiden yhdistelmien eroihin. [2.&3.]

2.2.5 Huokosilmatekniikat

Huokosilmatekniikat ovat *in situ* -käsittelyjä, jotka soveltuvat parhaiten tasalaatuisiin hiekka- ja soramaihin, sillä runsaasti humusta ja turvetta sisältävä maaperä sitoo orgaanisia yhdisteitä. Näissä tekniikoissa maahan asetetaan kaivoja, joiden kautta maan huokostilasta imetään helposti haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Ilman imemiseen maan huokostilasta on kolme eri toiminta tapaa [3.]:

- Alipainekäsittely, jossa pilaantuneeseen maaperään luodaan alipaine peittämällä maanpinta muovikalvolla ja asentamalla imuputkisto maahan. Putkistoon imetään pilaantuneen maa-aineksen huokosilmat, jolloin alipaine pyrkii korvaamaan menetetyn huokosilman puhtaalla ilmalla.
- Ylipainekäsittely, joka eroaa alipainekäsittelystä siten, että imuputkiston lisäksi puhdistettavalle alueelle lisätään jakoputkisto. Jakoputkisto työntää huokosilman puhtaalla ilmalla imuputkistoon, jolloin huokostilat puhdistuvat. Imuputkisto on sijoitettava puhdistettavan alueen reunoille, jolla estetään puhtaan maan pilaantuminen.
- Höyrykäsittely eroaa ylipainekäsittelystä vain siten, että maahan ohjataan jakoputkiston kautta kuumaa (130-180 °C) vesihöyryä.

2.2.6 Biologiset menetelmät

Biologisissa menetelmissä lisätään maa-ainekseen mikro-organismit, jotka rupeavat hajottamaan mikrobiologisesti hajoavia haitta-aineita. Nämä mikro-organismit käyttävät ravinnokseen kemikaaleja haitta-aineesta ja kunnostettavalle alueelle tehdään fysikaalis-kemikaaliset olosuhteet suotuisaksi hajoamisprosessille. [3.]

Biologiset menetelmät voidaan jakaa kahteen eri pääryhmään [3.]:

- *In situ* -käsittelyssä koko pilaantunut alue toimii bioreaktorina. Tällöin maaperän olosuhteita muutetaan mikrobiologiselle toiminnalle suotuisaksi. Käytännössä, jos haitta-ainepitoisuudet ilmenevät vain pintamaassa, pinnalle levitetään mikrobeja ja ravinteita ja ne sekoitetaan käsiteltävään maahan. Jos pilaantunut maa-aines on syvemmällä, voi käsittelyä käyttää yhdistettynä muihin puhdistusmenetelmiin. Tällöin mikrobien ja ravinteiden levitykseen sijaan käytetään maaperässä sijaitsevia vesivirtoja.
- *On site* -käsittelyssä pilaantunut maa-aines käsitellään mikrobiologisesti, joko kompostoimalla (aumakompostointi), rumpukompostorissa tai bioreaktorissa.

Kompostoinnissa pilaantunut maa-aines kasataan 1,5 - 2 metrin korkuisiin altaisiin, joihin lisätään puukuorta tai turvetta ja ilmaputket. Tämä menetelmä on yleinen orgaanisten jätteiden hajotuksessa.

Rumpukompostoinnissa rummun pyörimäliike sekoittaa maamassat ja lisäaineet tasaiseksi hyvin. Rummussa on helppo kontrolloida mikrobiologisia hajoamisolosuhteita, kuten kosteutta, lämpötila, ravintoaine- ja happipitoisuutta.

Bioreaktori on kehittyneempi versio rumpuseulasta. Siinä pilaantunut maa-aines hajotetaan samalla tavalla kuin rumpuseulassa, mutta hajoamiskaasut kerätään ja haitta-aineet suodatetaan aktiivihiilisuodattimen avulla.

3 Pilaantuneeseen maaperään liittyvät lait ja määräykset

Tässä luvussa tarkastellaan pilaantuneeseen maaperään liittyviä lakeja ja määräyksiä sekä arvioidaan, mitä niissä säädetään pilaantuneen maaperän osalta.

3.1 Ympäristönsuojelulaki (527/2014)

Ympäristönsuojelulaki on niin sanottu yleislaki pilaantumisen torjunnassa. Se sisältää määräyksiä ja säännöksiä maaperän, vesien ja ilman suojelusta. Tätä lakia sovelletaan kaikkeen toimintaan, jossa voi aiheutua tai aiheutuu ympäristön pilaantumista. Lain ta-

voitteena on mm. ehkäistä ympäristön pilaantumista, turvata terveellinen, viihtyisä ja monimuotoinen ympäristö, poistaa tai vähentää pilaantumisesta aiheutuvia vahinkoja, parantaa kansalaisten mahdollisuuksia osallistua päätöksentekoon, torjua ilmastonmuutosta sekä tukea kestävää kehitystä. [4.]

Ympäristönsuojelulaki sisältää sen soveltamiseen tarkoitettuja määritelmiä, yleisiä periaatteita ja kieltoja. Laki määrittelee myös toiminnanharjoittajia ja viranomaisia koskevat velvoitteet ja vastuut. Laki antaa myös mahdollisuuden säätää valtioneuvoston asetuksella tarkempia säännöksiä ympäristönsuojelua koskien. Näiden avulla saadaan mm. EU-direktiivejä osaksi kansallista lainsäädäntöä. [4.]

3.1.1 Ympäristönsuojelulakiin perustuvat velvollisuudet ja kiellot

Ympäristönsuojelulakiin perustuvat yleiset velvollisuudet ja periaatteet ovat tärkeitä lähtökohtia pilaantuneen alueen päätöksenteossa [4]. Ympäristönsuojelulain luvussa 2 pykälässä 7 velvoitetaan toiminnanharjoittaja järjestämään toimintansa niin, että ympäristön pilaantuminen voidaan ennaltaehkäistä. Jos kuitenkin pilaantumista ei voida kokonaan estää, se on rajattava mahdollisimman pieneksi. [7.]

Luvussa 2 pykälässä 16 kielletään maaperän pilaaminen, joka tarkoittaa, ettei maahan saa jättää tai päästää mitään jätettä, muuta ainetta tai eliöitä tai pieneliöitä, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa ympäristölle tai terveydelle. Myöskään viihtyvyys ei saa huomattavasti vähentyä eikä muuta siihen verrattavaa yksityisen tai yleisen edun loukkausta. [7.]

Luvussa 2 pykälässä 17 kielletään aineiden, energian tai pieneliöiden päästäminen tai johtaminen seuraaviin paikkoihin tai käsitellä siten, että [7]:

- 1) tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella pohjaveden laatu voi olennaisesti huonontua tai pohjaveden laadun muutos voi aiheuttaa vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle;
- 2) toisen kiinteistöllä olevan pohjaveden laadun heikkeneminen, jolloin se voi aiheuttaa haittaa tai vaaraa ympäristölle tai terveydelle, taikka tehdä veden tarkoitukseensa kelpaamattomaksi.; tai

- 3) toimenpide, joka voi vaikuttaa pohjaveden laatuun siten että se saattaa loukata yleistä tai toisen yksityistä etua (*pohjaveden pilaamiskielto*).

3.1.2 Pilaantuneen maaperän ja pohjaveden puhdistaminen

Ympäristönsuojelulain luvun 14 pykälissä 133 ja 135 pilaantuneen maaperän ja pohjaveden tutkimus- ja puhdistusvastuu määräytyy seuraavalla tavalla [7]:

- 1) Pilaantumisen aiheuttajalla on velvollisuus ilmoittaa ympäristönsuojeluviranomaiselle pilaantumisesta, selvittää tarve puhdistukselle ja huolehtia tarvittaessa puhdistuksesta.
- 2) Jos pilaantumisen aiheuttajaa ei löydy tai tätä ei saada täyttämään puhdistusvelvollisuuttaan, vastuu siirtyy alueen haltijalle. Vastuu siirtyy vain, jos haltija on ollut tietoinen pilaantumisesta.
- 3) Jos alueen puhdistaminen on kohtuutonta alueen haltijalle, siirtyy puhdistusvastuu kunnalle.

3.1.3 Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014)

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta määrittelee ympäristönsuojelulain mukaan pilaantuneen maaperän puhdistusta koskevan ilmoituksen sisällöstä. Kohde kohtaisten tietojen ja puhdistusmenetelmän kuvauksen lisäksi siinä esitetään riskiarviointiin perustuva arvio maaperän ja pohjaveden pilaantuneisuudesta. Lisäksi se sisältää puhdistustavoitteen sekä mahdollisuuden kaivetun maa-aineksen hyödyntämisen edellytyksistä kaivualueella. [7.]

3.1.4 Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007)

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (ns. PIMA-asetus) antaa vaatimukset pilaantuneen maaperän riskiarvioinnille. Tässä asetuksessa tuodaan esiin tekijöitä, joita riskiarviossa on otettava huomioon. PIMA-asetuksessa keskitytään maaperän haitta-aineiden aiheuttamiin terveys- ja ympäristöhaittoihin ja -riskeihin. Asetusta voi kuitenkin myös soveltaa pohjavedelle. [4.]

PIMA-asetuksen liitteeksi on määritelty kynnysarvot ja taustapitoisuudet, joita riskiarvioissa haitta-aineita verrataan. Asetuksen antamien arvojen soveltaminen edellyttää edustavaa näytteenottoa, jonka tuloksiin kynnysarvoja verrataan. [4.]

PIMA-asetuksen mukaan maaperän puhdistus tarpeen ja pilaantuneisuuden arviointiin tulee käyttää asetuksen liitteessä esitettyjä arvoja. Ohjearvot eivät ole päätöksentekoa sitovia arvoja, kuten kynnysarvot, vaan ne ovat apuvälineitä kohdekohtaisessa arvioinnissa. Riskiarvioinnin ja riskinhallinnan kannalta on tärkeää ymmärtää, kuinka kynnysarvot ja ohjearvot määräytyvät ja ymmärtää soveltamisen rajoitteet. [4.]

Kohdekohtaiset tiedot riskiarvioinnista tulee suurimmalta osin näytteenotosta, mikä on myös usein merkittävä osa kohdetutkimusten kokonaisepävarmuudesta. Tällöin koko näytteenottoketju tulee suunnitella ja toteuttaa huolellisesti, jolloin taataan luotettava ja laadukas riskiarvio. Kohteen luotettava riskiarvio on edellytys kohteen tarkoituksellisten toimenpiteiden valintaa. [4.]

3.2 Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004)

Lailla vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä pyritään suojelemaan pinta- ja pohjavesiä ja parantamaan niiden tilaa. Yhdessä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivillä 2006/118/EY pyrkimyksenä varmistaa on pohjavesien hyvä tila määrällisesti ja kemiallisesti sekä pinta- ja rannikkovesien hyvä kemiallinen ja ekologinen tila. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2006/118/EY perusteella on asetettu kansallisesti valtioneuvoston asetukset, joilla määritetään vesiympäristölle haitalliset sekä vaaralliset aineet (1022/2006, VESPA-asetus) ja määrätään vesihoidon järjestämisestä (1040/2006, VEHA-asetus). [4.]

VESPA- ja VEHA-asetuksien tavoitteet pinta- ja pohjavesien suojelusta edellyttää pilaa-
vien haitta-aineiden päästöjen järjestelmällinen vähentäminen esimerkiksi pilaantuneilla maa-alueilla. VESPA-asetuksen liitteenä on lista, johon on lueteltu 15 haitta-ainetta, joita ei saa päästää pintaveteen eikä kunnan viemäri verkostoon. Pohjavesien osalta lista on huomattavasti laajempi, se kattaa melkein kaikki haitta-aineet mitä pilaantuneilla maa-alueilla esiintyy. Päästökiellot koskevat niin suoria kuin epäsuoria päästöjä. Epäsuoralla päästöllä tarkoitetaan esimerkiksi maan läpi suodattuvia haitta-aineita, joka on pilaantuneissa maaperässä tapahtuvia päästöjä. Kiellot eivät kuitenkaan koske haitta-aineiden

vähäisiä päästöjä pinta- ja pohjaveteen, joka tarkoittaa sitä, että haitta-aine päästö ei saa aiheuttaa pinta- tai pohjaveden pilaantumisen vaaraa tai laadun heikkenemistä. Tämä on tärkeä asia pilaantuneen maaperän puhdistuksessa, sillä joskus ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista puhdistaa pinta- ja pohjavesiä täysin. [4.]

3.3 Terveysuojelulaki (763/1994)

Terveysuojelulaille pyritään ylläpitämään ja edistämään yksilön ja väestön terveyttä, sekä ennalta ehkäisemään, vähentämään ja poistamaan sellaisia tekijöitä elinympäristössä, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa. Laissa terveyshaitalla tarkoitetaan sellaista tekijää, joka voi vähentää yksilön tai väestön elinympäristön terveellisyyttä. Samaa määritelmää terveyshaitasta käytetään myös ympäristölaissa. [4.]

Terveysuojelulaille ohjataan pilaantuneen alueen päätöksentekoa, vaikka myöskin ympäristönsuojelulaissa on otettu kantaa terveyshaittojen tarkasteluun pilaantuneiden maaperien säädöksissä. Tällä lailla asetetaan suosituksia ja vaatimuksia esimerkiksi asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisäilmasta sekä talousvedestä. Lain perusteella kunnan terveysuojeluviranomainen voi antaa kieltoja ja määräyksiä mahdollisten terveyshaittojen estämiseksi tai poistamiseksi. [4.]

Terveysuojelulain mukaan asuntojen ja muiden sisätilojen sisäilmaolosuhteet tulee olla sellaiset, ettei se aiheuta terveyshaittoja. Laki esimerkiksi määrittelee sisäilman yleiset laatuvaatimukset. Jos sisäilma aiheuttaa terveyshaittoja, voi kunnan terveysuojeluviranomainen rajoittaa tai kieltää tilan käyttämisen. Terveysuojeluviranomainen voi velvoittaa tahon, jonka toiminnasta sisäilman heikkeneminen johtuu ryhtymään toimenpiteisiin ongelman poistamiseksi. [4.]

Terveysuojelulain mukaan talousveden tulee olla tarkoitukseen soveltuvaa ja terveydelle harmitonta. Tämä määrää talousvetenä käytettävien pinta- ja pohjavesien yleiset vaatimukset. Lain vaatimukset koskevat niin kotitalouksien kaivoja kuin kunnallisia vesilaitoksia. Kunnan terveysuojeluviranomainen voi antaa tämän lain perusteella talousveden laadun seurantaan liittyviä seurantavelvoitteita sekä määrätä veden puhdistettavaksi tai antaa veden käyttämiseen koskevia rajoituksia terveyshaittojen ehkäisemiseksi. [4.]

3.4 Jätelaki (646/2011)

Jätelaki perustuu Euroopan parlamentin ja neuvoston jätedirektiiviin 2008/98/EY. Tämän tarkoituksena on ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa haittaa sekä vaaraa terveydelle ja ympäristölle. Jätelain tarkoituksena on myös vähentää jätettä ja sen haitallisuutta sekä edistää luonnonvarojen kierrättämistä, varmistaa toimiva jätehuolto ja ehkäistä roskaamista. [4.]

Jätelain mukaan kaikessa toiminnassa on noudatettava etusijajärjestystä. Etusijajärjestyksellä tarkoitetaan vaiheita, jotka ovat: 1) jätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen, 2) valmistelu uudelleenkäyttöön, 3) kierrätys, 4) muu hyödyntäminen ja 5) loppukäsittely. Pilaantuneen maaperän puhdistuksessa etusijajärjestys voidaan huomioida maa-aineksen uusiokäytön kohdalla, jolloin maa-aines pyritään hyödyntämään ja tällöin neitseellisen maa-aineksen tarve vähenee. [4.]

Jätelakia ei voi soveltaa maaperästä irrottamattomaan pilaantuneeseen maa-ainekseen. Rakentamisessa syntyvien maa-ainesten jäteluonnetta ja jätelain soveltuvuutta tarkastellaan tarkemmin ympäristöministeriön tulevassa maa-aineksia koskevassa ohjeistuksessa. [4.]

Jätelaki sisältää myös roskaamiskiellon, sen mukaan: *”ympäristöön ei saa jättää jätettä, hylätä konetta, laitetta, ajoneuvoa, alusta tai muuta esinettä eikä päästää ainetta siten, että siitä voi aiheutua epäsiisteyttä, maiseman rumentumista, viihtyisyyden vähentymistä, ihmisen tai eläimen loukkaantumisen vaaraa tai muuta niihin rinnastettavaa vaaraa tai haittaa”* [16.]. Roskaajan on lain mukaan poistettava roskaava esine tai aine ympäristöstä ja siivottava roskaantunut alue. Pilaantunutta maaperää sisältävillä alueilla roskaamiskiellolla voi olla merkitystä alueilla, joissa maaperän haitta-aineista voi aiheutua laissa mainittuja vaikutuksia maisemaan (esim. öljyllä likaantuneet maat). [4.]

3.5 Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999/132)

Maankäyttö- ja rakennuslain tarkoituksena on alueiden käytön ja rakentamisen järjestäminen, niin että ne takaavat hyvät elinympäristöt sekä edistävät ympäristönsuojelua ja yleisesti kestäväää kehitystä. Alueen pilaantuneisuus vaikuttaa yleensä maankäyttöön ja se onkin otettava kaavoituksessa ja rakentamisessa huomioon. [4.]

Laissa ei suoraan määrätä mitään kaavoituksen sisältöä pilaantuneeseen maaperään liittyen, mutta lain yleis- ja asemakaavojen perusvaatimuksia on turvallinen, terveellinen ja viihtyisän elinympäristön luominen. Maaperän pilaantuneisuus voidaan ottaa huomioon kaavassa, siten että kaavaa ei hyväksytä ennen kuin alue on puhdistettu tai alueelle sijoitetaan vain toimintoja, joihin pilaantuneisuus ei vaikuta. [4.]

Maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetään, että uudisrakennuksen rakennuspaikka tulee olla ympäristöllisesti, terveydellisesti, maastollisesti, liikenteellisesti ja maankäytöllisesti sekä maapohjaltaan sopiva tontille rakennettavalle rakennukselle. Näiden asioiden täyttyminen arvioidaan kaavoitus- ja rakennusluvan myöntämisvaiheessa. Rakennuslupahakemukseen tulee liittää selvitys rakentamispaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista ja tarvittaessa terveellisyydestä. [4.]

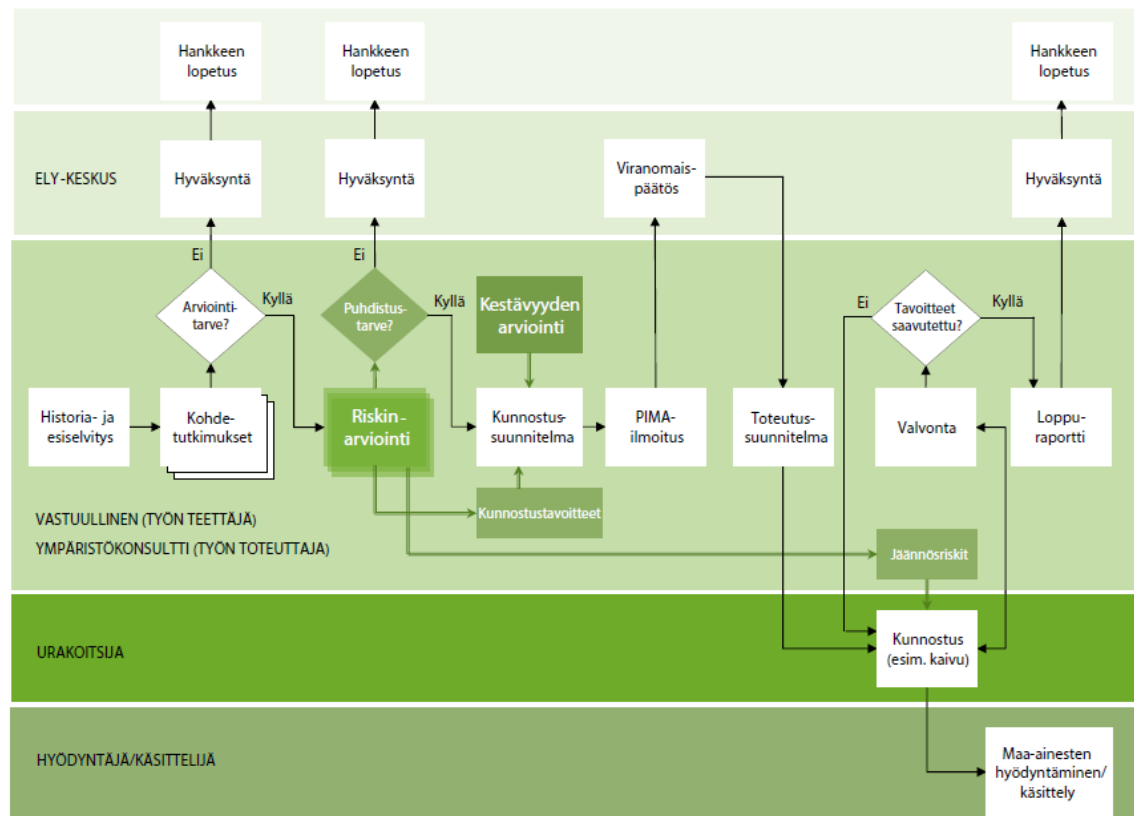
3.6 Kemikaalilaki (599/2013)

Kemikaalilain tarkoituksena on suojella ympäristöä ja terveyttä kemikaalien aiheuttamista haitoista ja vaaroista. Kemikaalilain nojalla on säädetty asetuksia, joista tärkein pilaantuneeseen maaperään liittyvä on Euroopan parlamentin ja neuvoston CLP-asetus 2008/ 1272/ EY. [4.]

CLP-asetuksen tarkoitus on taata ihmisen ympäristön ja terveyden suojelun korkeataso sekä aineiden, seosten ja asetuksen määriteltyjen esineiden vapaa liikkuvuus mm. yhdenmukaistamalla näiden luokituskriteereitä. Pilaantuneiden alueiden päätöksen tekoon CLP-asetus vaikuttaa mm. kaivetun maa-aineksen luokittelussa ja käsittelykelpoisuuden arvioinnissa. [4.]

4 Pilaantuneen maaperän puhdistusprosessi

Tässä luvussa käydään läpi pilaantuneen maaperän kunnostukseen liittyvä prosessi, aina maanhankinnasta maanrakennukseen asti. Prosessissa käydään läpi yleisintä kunnostustapaa, mitä työmailla käytetään, joka on *off site* -käsittely. Tämä tarkoittaa maa-massojen vaihtoa, jossa pilaantunut maa-aines kaivetaan kohteesta ja siirretään toisaalle käsiteltäväksi. Tämä kunnostusmenetelmä on työmaiden suosiossa, sillä se on työmaille kustannustehokkain tapa. Alla olevassa prosessikaaviossa (kuva 3.) on kuvattu pilaantunutta maaperää sisältävän tontin puhdistuksen eteneminen.



Kuva 3. Esimerkki tyypillisen PIMA-hankkeen etenemisestä [4].

4.1 Maanhankinta

Suurin osa pilaantunutta maaperää sisältävistä tonteista päättyy YIT Rakennus Oy:n Kerrostalot Pääkaupunkiseutu -yksikölle (ARK) maakaupan kautta. Tällöin YIT Rakennus Oy ARK-yksikkö ostaa tontin omaperusteista tuotantoa varten eli niin sanotuksi ”gryndi”-hankkeeksi. Tällaisessa kohteessa sopimus tehdään suoraan maanomistajan kanssa. Maanomistaja on ensisijaisesti vastuussa pilaantuneen maaperän puhdistuksesta, mutta joskus maanhankintasopimuksessa määritellään vastuunjako kohteen pilaantuneen maan puhdistukseen liittyen. Yleisesti sopimuksissa joko tontin myyjä vastaa kaikista pilaantuneen maaperän puhdistukseen liittyvistä kuluista tai kustannukset maa-aineksen poistosta jaetaan perustustasoon asti, jonka rakennusliike rakentamisen takia poistaisi joka tapauksessa. Taulukossa 3 on esimerkki vastuunjaosta pilaantuneen maaperän puhdistusprosessissa. Taulukossa tilaajalla tarkoitetaan tahoa, joka on ensisijaisesti vastuussa alueen tutkimuksista ja puhdistuksesta.

Taulukko 3. Esimerkki Pima-hankkeen vastuun jaosta [8.].

Työvaihe	Vastuu	Vastuu	Vastuu
	<i>In-situ</i> -kunnostus	<i>On-site</i> -kunnostus	<i>Off-site</i> -kunnostus
Ympäristöluvan hakeminen	Tilaaja	Tilaaja	Tilaaja Massojen vastaanottaja ³
Kunnostettavan alueen raja	Tilaaja ¹ Urakoitsija	Tilaaja	Tilaaja
Haitta-aineiden pitoisuudet ja laatu	Tilaaja	Tilaaja	Tilaaja
Kohteen geologia ja hydrogeologia	Tilaaja	Tilaaja	Tilaaja
Soveltuvan kunnostus menetelmän valinta	Tilaaja Urakoitsija	Tilaaja Urakoitsija	Tilaaja Massojen vastaanottaja
Töiden oikea-aikainen aloittaminen ja aikatauluttaminen	Tilaaja Urakoitsija	Tilaaja Urakoitsija	Tilaaja Massojen vastaanottaja
Massojen kuljettaminen	-	Urakoitsija	Tilaaja
Kunnostaminen (työtavat ja laitteistojen toimivuus)	Urakoitsija	Urakoitsija	Massojen vastaanottaja
Työn valvonta	Tilaaja Urakoitsija	Tilaaja Urakoitsija	Massojen vastaanottaja Tilaaja ⁴
Lopputuloksen laatu: kaivumassat	-	Urakoitsija	Massojen vastaanottaja
Lopputuloksen laatu: kunnostettava alue	Urakoitsija Tilaaja ²	Tilaaja	Tilaaja

¹Päävastuu²Jos kyseessä KVR-urakka, vain urakoitsija³Laitoksella tai kaatopaikalla oltava oma ympäristölupa⁴Kaivun osalta

4.2 Suunnittelu

Tässä alaluvussa käydään läpi asioita jotka tapahtuvat ennen kunnostusta. Prosessikaaviossa (kuva 3) osuus on kuvattu vaalean vihreällä.

4.2.1 Esiselvitys

Alueen esiselvityksen tavoitteena on luoda oletus siitä, onko alue todennäköisesti saastumaton vai mahdollisesti saastunut. Esiselvityksessä käytetään lähteenä ainoastaan jo olemassa olevaa tietoa eli tutkitaan alueen historiaa ja vanhoja tutkimuksia. Esitutkimuksella on kolme päävaihetta: toiminnallisen historian selvittäminen, geologian ja hydrogeologian selvittäminen sekä kenttätutkimusten tarpeen arviointi. [2.]

Toiminnallisen historian selvittämisessä pyritään menemään mahdollisimman kauas historiaan, sillä jotkut raskasmetallit voivat säilyä pitkäänkin maaperässä. Olisi myös hyödyllistä tutustua vastaavanlaisiin kohteisiin, joista voi hyödyntää olemassa olevaa tietoa mm. prosesseista, haitta-aineista, sivutuotteista ja jätteistä. [2.]

Entisestä ja nykyisestä toiminnasta tulisi kerätä vähintään seuraavat tiedot [2.]:

- tutkittavalla alueella ja sen välittömässä läheisyydessä tapahtuva ja tapahtunut toiminta (teollisuus, varastot, rakentaminen yms.)
- toiminnan eri vaiheet, käytetyt materiaalit ja kemikaalit
- toimijoiden sijoittuminen alueella
- yksityiskohtainen tieto alueella olevista kaapeleista, putkikanavista, viemäreistä, päällysteistä, jätemateriaaleista, täytöistä, rakennuksien raunioista jne.

Geologian ja hydrogeologian selvittämisessä pyritään keräämään kaikki olemassa oleva tieto alueen maaperästä ja vesistä. Jos perustiedoista ei löydy tarpeeksi tietoa voi tutkimusta täydentää tutkimus vaiheessa maaperän tutkimuksilla. [2.]

Geologiasta ja hydrogeologiasta selvitettävät asiat [2]:

- tiedot maaperän kerrosrakenteesta (maalajit, täytemaan esiintyminen, kerrosten paksuus)
- kallioperän ominaisuudet (ruhjeet, rakoilu, rikkonaisuus, kivilaji)

- maalajien raekokojakauma, humuspitoisuus ja kivisyys eri kerroksissa
- pohjaveden pinnan syvyys
- pohjaveden virtaussuunnat
- lähteiden ja kaivojen sijainti
- orsiveden esiintyminen alueella
- pintavesien kulkureitit
- aiemmin tehdyt maaperätutkimukset.

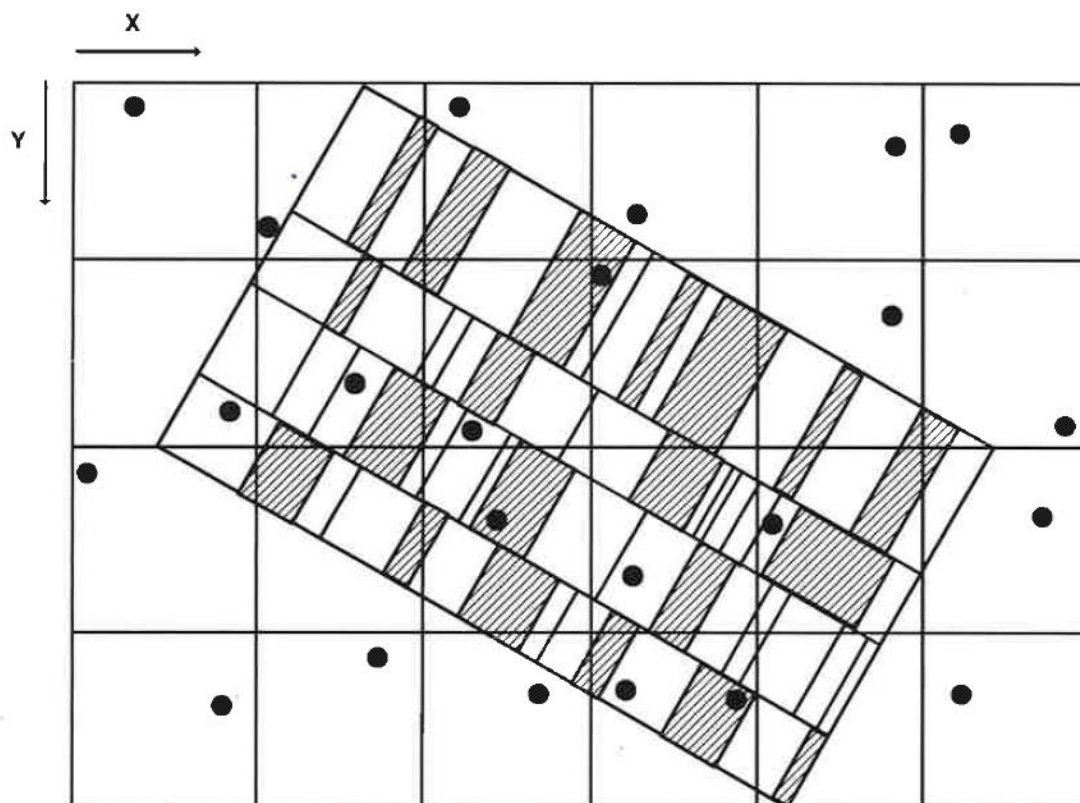
Esiselvityksestä raportoidaessa tulee jokaiseen päätelmään liittää lähdeviittaus, jolloin tiedetään millä perusteella päätelmä on tehty.

4.2.2 Tutkimusvaihe

Tutkimusvaiheessa arvioidaan esiselvityksessä tehty oletus alueen tilasta näytteenotolla ja analyyseilla. Tutkimusvaihe koostuu neljästä eri vaiheesta: tutkimussuunnitelman laatimisesta esiselvityksessä tehtyjen päätelmien perusteella, kenttätutkimuksien teosta, saastuneisuusoletuksen paikkansapitävyyden arvioinnista (hyväksytään/hylätään) ja johtopäätösten tekemisestä lisätutkimuksia varten. Jos alue on todennäköisesti saastumaton, pyritään tutkimuksilla varmistamaan tämä. Mahdollisesti saastuneeksi esiselvityksessä luokitellusta alueesta tehdään tutkimussuunnitelma esitutkimuksen oletettujen haitta-aineiden jakautumisen perusteella. Tutkimussuunnitelmassa päätetään analysoitavat haitta-aineet, kairaus- ja näytteenottosyvyys, näytteenottoverkon koko, maaperän- ja vesinäytteiden sekä rinnakkaisnäytteiden määrä, kokoomanäytteiden määrä ja analysoitavien näytteiden määrä. [2.]

Mikäli esiselvityksessä ei ole tullut esiin mitään haitta-aineita maaperässä on, valitaan analysoitavaksi yleisimpiä haitta-aineita. Myös pohjavedestä tutkitaan helposti liikkuvia haitta-aineita, kokonaistyyppi sekä haihtuvat orgaaniset yhdisteet. [2.]

Näytteenottosyvyys määrittyy seuraavalla tavalla, jos maaperän eri kerrokset ovat selvästi erotettavissa, on tutkittava yksittäisiä kerroksia ja niiden rajapintoja. Yksi näyte voi edustaa korkeintaan yhden metrin paksuista maakerrosta, mutta suositellaan että näytteitä otetaan puolen metrin välein syvyysuunnassa. Näytteitä otetaan ensisijaisesti esiselvityksen oletuksien mukaisilta saastuneilta alueilta. Näytteenottopisteiden määrään ja sijaintiin vaikuttavat oletukset saastuneiden alueiden laajuudesta ja saastuneisuuden voimakkuudesta, eri maalajien vaihtelusta sekä haitta-aineiden kulkeutumisesta. Näytteenoton avuksi pilaantunut alue voidaan jakaa näytteenottoverkolla (kts. kuva 4) pienempiin osa-alueisiin. Esimerkiksi suositeltava näytteenottopisteiden määrä 25 m x 25 m näytteenottoverkolle on todennäköisesti saastumattomalla alueella 3, ja mahdollisesti saastuneella alueella 16-25. Jokaisesta näytteenottopisteestä analysoidaan pintanäyte ja joka toisesta myös syvemmältä näyte. Pintanäytteellä tarkoitetaan näytettä, joka on noin metrin syvyydestä otettu näyte. [2.]



Kuva 4. Esimerkki säännöllisestä näytteenottoverkosta. Tummat alueet sisältävät pilaantunutta maaperää [2.].

Jos alue todetaan pilaantuneeksi, voidaan tehdä lisätutkimuksia, joilla pystytään tarkentamaan arviota pilaantuneen alueen laajuudesta ja saastuneen maa-aineksen haitalli-

suudesta. Lisätutkimuksien tavoitteena on hallittava tutkittavan alueen geologia ja geologisten olosuhteiden vaikutus ympäröivään alueeseen, tarkentaa arvio saastuneiden alueiden laajuudesta (kolmiulotteisesti) ja saastuneisuuden haitallisuudesta, antaa riittävät tiedot riskiarvioinnin suorittamiseen sekä antaa riittävän tarkat tiedot kunnostus- ja käsittelytoimenpiteiden suunnitteluun ja suorittamiseen. [2.]

4.2.3 Riskien arviointi

Riskien arvioinnin tuloksen perusteella arvioidaan alueen kunnostustarve. Riskien arviointi jakautuu kahteen eri alueeseen terveysriskien ja ekologisten riskien arviointiin. [2.]

Terveysriskien arvioinnissa määritetään ihmiselle aiheutuva terveyshaitta pitkän aikajakson kuluessa. Yleensä terveysriskin arvioinnin perusteella määritetään alueen kunnostusvaatimukset. Myös ihmisten viihtyvyyteen vaikuttavat asiat, kuten esim. epämiellyttävät hajut tai maa-aineksen värjäntyminen, joiden terveysriskit ja ekologiset riskit ovat vähäisiä, otetaan riskien arvioinnissa huomioon. [2.]

Ekologisten riskien arvioinnissa on tarkoituksena selvittää, ylittävätkö ekologiset vaikutukset alueen eliöstön sietokyvyn. Joillekin alueille ei edes tarvitse suorittaa ekologisten riskien arviointia, sillä esimerkiksi joillain teollisuusalueilla on vain vähän sellaista lajistoa, joille aiheutuva haitta voi olla merkittävä. [2.]

4.2.4 Kunnostussuunnitelma

Kunnostussuunnitelman sisältö määräytyy osittain kohteen ja sen ominaisuuksien mukaan. Alla on luettelo, jonka kohdat tulisi esiintyä kunnostussuunnitelmassa, jos niitä ei kohdekohtaisten tekijöiden vuoksi katsota tarpeettomiksi [8.]:

- taustatiedot ja perustelut kunnostusmenetelmän/ -menetelmien valinnalle
- tarkastellut kunnostamisvaihtoehdot ja kunnostusmenetelmän valintaperusteet
- selvitys valituista kunnostusmenetelmästä tai -menetelmistä (menetelmäkuvaukset)

- kullakin menetelmällä kunnostettavien alueiden ja massamäärien rajausta pituus ja syvyys suunnassa
- käsittelyn edellyttämät esivalmistelutoimet (ennakotutkimukset, alueen valmistelu ym.)
- työjärjestys ja kunnostusaikataulu
- työsuojelusuunnitelma
- kunnostuksen laadunvalvonta (laadunvalvontamenetelmät ja -näytteet)
- varautuminen työn aikana ilmeneviin muutostarpeisiin (yllättävät löydökset, massamäärien rajausten muutokset)
- ympäristöhaittojen ehkäisy kunnostuksen aikana (päästöjen ja jätteiden käsittely, jätteiden varastointi ym.)
- käsiteltävien massojen sijoituskohteet ja sijoitus edellyttämät toimenpiteet, kaaviokuvat tehtävistä rakenteista
- lopputuloksen arviointi- ja jälkitarkkailumenetelmät (raportointi, tarkkailumenetelmät ja aikataulu)
- kustannusarvio
- vastuuyksiköt ja kunkin vastuualueet kunnostuksen aikana.

4.2.5 Työmaalla tapahtuva suunnittelu

Pilaantuneen maaperän puhdistuksen suunnittelu työmaalla aloitetaan, kun konsulttiyrittäjä on tehnyt kunnostussuunnitelman ja kohteelle on saatu YIT Rakennus Oy ARK -yksikön sisäinen aloituslupa. Sisäinen aloituslupa tarkoittaa sitä, että YIT Rakennus Oy ARK -yksikkö antaa käynnistyspäätöksen kohteen aloittamisesta.

Joissain kohteissa, varsinkin isoissa aluekohteissa, pilaantuneen maan puhdistus toteutetaan omana työvaiheenaan, mutta usein se on yhdistetty YIT Rakennus Oy ARK -yksikön tulevan kohteen maanrakennustöihin. Kun käynnistyspäätös saadaan, kohteen yleisaikataulu varmistetaan ja lyödään lukkoon. Yleisaikataulussa on otettu huomioon myös pilaantuneen maaperän puhdistus. Koska YIT Rakennus Oy ARK -yksikölle ei yleensä pitäisi tulla pilaantuneen maanpoistosta normaalia maankaivuuta enempää kustannuksia, suurin haitta mitä puhdistamisesta koituu, on aikataulun venyminen. Aikatauluun vaikuttaa suuresti konsulttiyrityksen tekemät ennakkotutkimukset, jotka antavat osviittaa, mitä maan alta löytyy, mutta työmaalla tehtävillä suunnitteluilla ja esivalmisteluilla voidaan myös säästää aikaa ja rahaa.

Alla on lueteltu asioita, jotka kannattaa ottaa huomioon suunniteltaessa kohdetta, ja tehdä mahdolliset esivalmistelut ennen kaivuun aloittamista:

- mahdollisten maanpäällisten tai maanalaisten haitta-ainelähteiden (tankit, säiliöt yms.) selvittäminen, tyhjennys ja poistaminen [8.]
- alueella mahdollisten nykyisten tai vanhojen johtojen paikantaminen, jännitteiden tutkiminen ja katkaisu [8.]
- mahdolliset alueella olevien vanhojen tai nykyisten vesiputkien paikantaminen, sulkujen sulkeminen
- mahdollisten tontilla sijaitsevien vanhojen rakenteiden purku
- alueen viereisten rakenteiden ja rakennusten suojaaminen sekä mahdollisten vaurioiden dokumentointi (vauriokatselmus, jossa pitää olla kummankin osapuolen edustajat läsnä sekä katselmuksesta tehdään pöytäkirja jonka allekirjoittaa kummatkin osapuolet), tässä täytyy myös muistaa teiden kuntokatselmus (päälysteiden kunto, rummut yms.) [8.]
- tarvittaessa alueen ulkopuolisten pintavesien ohjaaminen pois työmaalta [8].
- tarvittaessa selvittää alueen lähin pohjaveden pinnan korkeuden tarkkailuputki ja pumppauskaluston saatavuus [8].

Kaivuukalusto tulee yleensä urakoitsijalta, mutta siinä kannattaa ottaa huomioon seuraavanlaisia seikkoja [8]:

- pohjan kantavuus (tela- vai pyöräalustainen kone, ajosiltojen tarve)
- maaperän laatu (maa-aines yms.)
- kaivuussyvyys (puomin pituus)
- kaivuukaluston koko tai määrä
- koneiden yleinen kunto (ei öljyvuotoja yms.)
- henkilökunnan ammattitaito ja kokemus.

4.3 Kunnostuksen toteutus

4.3.1 Aloitus

Ennen kunnostuksen aloittamista täytyy hakea pilaantuneen maaperän kunnostamisesta ympäristölupa tai tehdä kunnostamisesta ilmoitus. Ilmoitus on riittävä, jos on tehty riittävä selvitys pilaantuneen alueen laajuudesta ja puhdistustarpeesta sekä käytetään yleistä puhdistusmenetelmää ja puhdistaminen ei aiheuta vaaraa ympäristön lisä pilaantumista. [8.]

Pilaantuneen maaperän puhdistuksesta tulee tehdä ilmoitus viimeistään 45 vuorokautta ennen puhdistamisen kannalta olennaisen työvaiheen aloittamista. Ilmoitus toimitetaan Helsingissä ja Turussa kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle ja muualla Suomessa elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle. Luvanvarainen puhdistus voidaan aloittaa vasta, kun lupapäätös on tehty. Myös ilmoituksista tehdään päätös pilaantuneen maaperän puhdistuksesta. Päätöksessä ympäristönsuojeluviranomainen voi antaa määräyksiä puhdistustasosta, toiminnan järjestämisestä ja valvonnasta sekä ympäristöhaittojen ehkäisemisestä. [6. & 8.]

4.3.2 Kaivu

Pilaantuneen maaperän kaivu tapahtuu normaalin kaivuun tavoin, paitsi että maa-ainesta kaivetaan n. 100 - 200 kuution osissa, ellei pilaantuneen maaperän kunnostus päätöksessä toisin määrätä. Yleensä lohkojakona käytetään 10m x 10m x 1m, joka on helppo hahmottaa ja sillä täytetään tuo 100 m³ määrä. Yleensä myös jo näytteenotto-verkkona (kts. 4.2.2 tutkimusvaihe) käytetään 10m x10m jakoa. Lohkot mahdollistavat myös helpon tavan seurata erinäisten massojen määriä ja sijainteja, joka helpottaa mahdollista puhdistuksen jälkeistä kustannuksien jakoa.

Kaivettaessa jokaisesta lohkoista otetaan kaivuun edetessä pohja- ja sivunäytteitä, joilla määritetään seuraavan lohkon pilaantuneisuus. Joistakin lohkoista maa-aines pitää läjittää varmuusmittauksia varten, jolla määritetään loppusijoituspaikka, muuten loppusijoituspaikka määräytyy pohja- ja sivunäytteiden mukaan. Taulukossa 4 on kenttämittareita, joita käytetään pohja- ja pintanäytteiden ottoon.

Taulukko 4. Pilaantuneiden maiden tutkimuksissa ja kunnostuksessa käytettävät kenttämittarit. [3.]

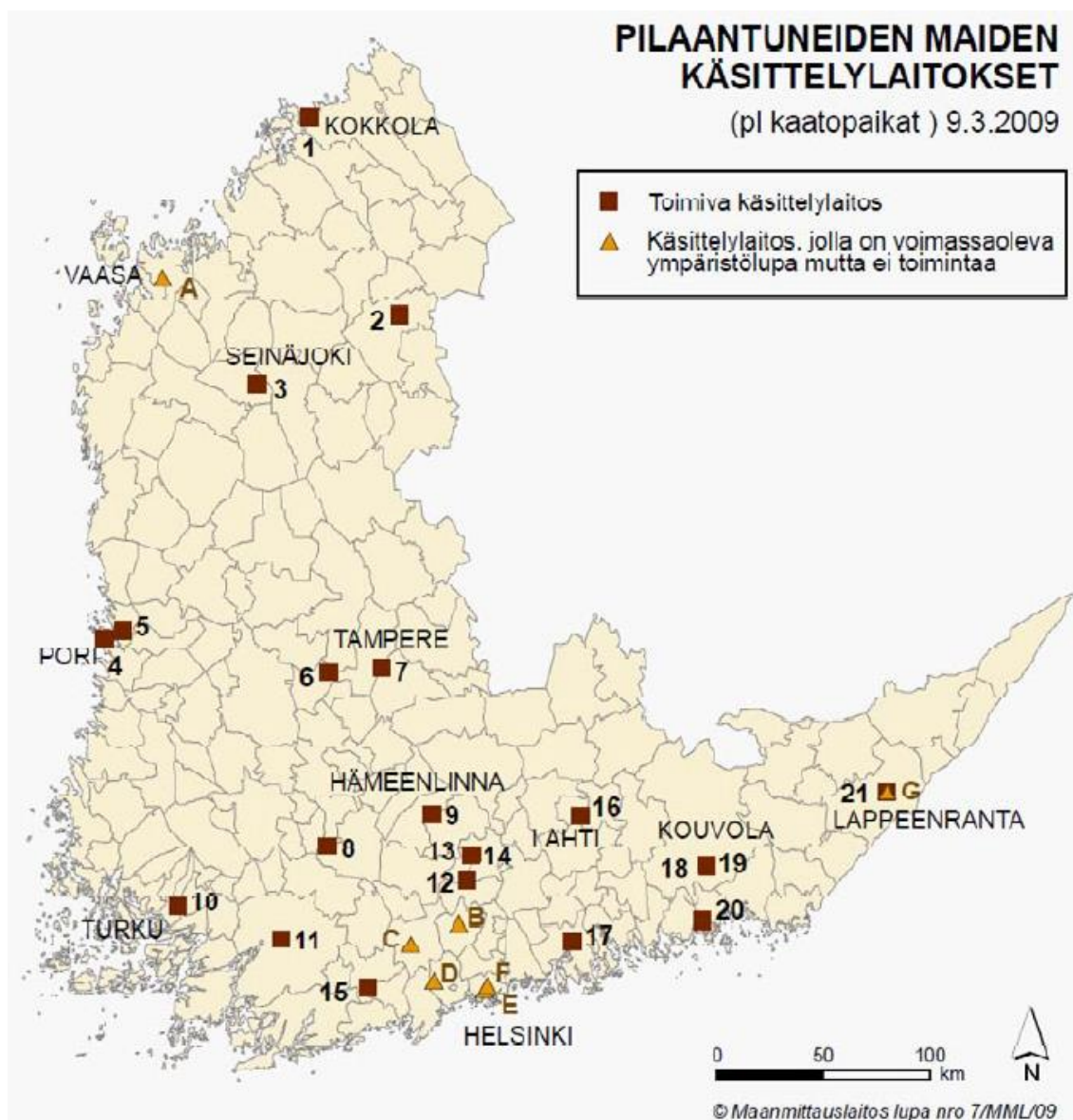
Mittarityyppi	Mitattavat aineet tai aineryhmät	Näyte-tyyppi	Huomautuksia
Kolorimetrinen testi	Polttonesteet, öljyt, PCB	Maa, vesi	Vanhoista polttoneste- vuodoista ei saada tu- loksia, jos aromaattiset yhdisteet ovat haihtu- neet.
Immunologinen testi	Polysykliset aromaatti- set hiilivedyt (PAH), PCB, kloorifenolit	Maa, vesi	Monivaiheinen, tark- kuutta vaativa.
Röntgenfluore- senssianalysaat- tori	Raskasmetallit	Maa	Mittaa aineiden koko- naispitoisuuksia, myös mineraaleihin luonnos- taan sitoutuneet osuu- det.
Fotoionisaatiode- tektori (PID)	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, jotka ionisoi- tavat laitteen lampun energialla.	Ilma, maan huokoskaa- sut	Ei voida mitata yksinäi- siä aineita, tulos on yh- distelmä aineista, joihin mittari reagoi.
Ilmaisinputket	Lukuisat orgaaniset ja epäorgaaniset kaasut	Ilma, maan huokoskaa- sut	Tulokset suuntaa anta- via. Työsuojelumittauk- siin.
Räjähdyksvaara- mittari	Palavat kaasut	Ilma	Varoittaa (äänimerkillä) alemmasta räjähdysra- jasta (=pienin pitoisuus, joka muodostaa ilman kanssa räjähtävän seoksen).

Näytteenotto hidastaa hieman kaivuuta, joten aloituspalaverissa täytyy sopia yhteisistä aikatauluista ja mahdollisista välitavoitteista, jotta kaikki osapuolet toimivat sillä tavalla, että mahdollisimman ajallista tai muuta haittaa.

4.3.3 Kuljetus ja vastaanottopaikat

Jätelain mukaan pilaantuneiden maa-ainesten haitallisuutta on pyrittävä vähentämään kunnostusmenetelmillä tai massamääriä pienentämällä. Kynnysarvomaita ja muita vähäisesti pilaantuneita maa-aineksia pyritään hyödyntämään maarakenteissa. Jos hyötykäyttö tai käsittely ei ole mahdollista, maamassat joudutaan sijoittamaan haitta-aineesta määräytyvälle kaatopaikoille. Suurin osa kaivetuista pilaantuneista maa-aineksista sijoitetaan vielä kaatopaikoille tai käytetään kaatopaikkojen rakenteissa tai suljettujen kaatopaikkojen peittämisessä. [8.]

Pysyvillä käsittely- ja sijoituspaikoilla täytyy olla ympäristölupa, jotta ne saavat käsitellä tiettyjä luvassa määriteltyjä maa-aineksia, luvassa määritellyillä menetelmillä [8]. Paikoissa, joissa käsitellään pilaantuneita maa-aineksia, voi niitä myös välivarastoida, mutta jos paikka on pelkästään välivarastona, tarvitsee se oman ympäristöluvan [10]. Kuvassa 5 ja alla taulukossa 5 on kartta Etelä- ja Länsi-Suomen pilaantuneiden maa-ainesten käsittelypaikat.



Kuva 5. Kartta Etelä- ja Länsi-Suomen pilaantuneiden maa-aineksien käsittelylaitoksista [9.].

Taulukko 5. Kartan pilaantuneiden maiden käsittelylaitokset [9.].

Nro	Laitos	Sijainti-kunta	Käsittelymenetelmä
Toiminnassa olevat käsittelylaitokset			
1	Ab Ekorosk Oy, Storkohmon jäteasema	Kokkola	kompostointi
2	Millespakka Oy, jätteenkäsittelyasema	Alajärvi	kompostointi
3	Jätehuoltoyhtiö Lakeuden Etappi Oy, jätehuoltokeskus	Ilmajoki	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, pesu, terminen käsittely
4	Ekokem-Palvelu Oy, Mäntyluodon pilaantuneen maan käsittelykeskus	Pori	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, huokosilmakäsittely
5	Ekokem-Palvelu Oy Peräkorven teollisuusjätteen käsittelykeskus	Pori	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, huokosilmakäsittely
6	Pirkanmaan Jätehuolto Oy, Koukkujärvien jätteenkäsittelykeskus	Nokia	stabilointi/kiinteytys
7	Pirkanmaan Jätehuolto Oy, Tarastejärven jätteenkäsittelykeskus	Tampere	kompostointi, kiinteytys/stabilointi
8	Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy, Kiimassuon käsittelykeskus	Forssa	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, terminen käsittely
9	Kiertokapula Oy, Karanojan jätekeskus	Hämeenlinna	kiinteytys/stabilointi, pesu
10	Salvor Oy, Topinojan pilaantuneen maan käsittelypiste	Turku	kompostointi, kiinteytys/stabilointi
11	Rouskis Oy, Korvenmäen jäteasema	Salo	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, huokosilmakäsittely, pesu
12	Ekokem-Palvelu, Kuulojan käsittelykeskus	Hausjärvi	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, huokosilmakäsittely, pesu
13	Ekokem Oy Ab Riihimäen toimipiste	Riihimäki	terminen käsittely
14	Kiertokapula Oy, Kapulan jätekeskus	Hyvinkää	kompostointi
15	Soilrem Oy, Virkkalan maanpuhdistuskeskus	Lohja	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, huokosilmakäsittely
16	Päijät-Hämeen jätehuolto Oy, Kujalan jätekeskus	Lahti	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, huokosilmakäsittely, pesu, terminen käsittely
17	Terrasor Oy (Domargårdin jätteenkäsittelyalueella)	Porvoo	kompostointi, kiinteytys/stabilointi
18	Ekokem-Palvelu Oy, pilaantuneen maan käsittelyalue	Anjalankoski	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, huokosilmakäsittely, pesu
19	Kymenlaakson Jäte Oy, öljyisten ja pilaantuneiden maiden vastaanotto- ja käsittelyalue	Anjalankoski	kompostointi

20	Lassila & Tikanoja Oyj, Heinsuon teollisuusjätteen käsittelykeskus	Kotka	kompostointi, kiinteytys/stabilointi, huokosilmakäsittely, pesu
21	Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy, Kukkuroinmäen jätekeskus	Joutseno	kompostointi, kiinteytys/stabilointi
Pilaantuneiden maiden käsittelylaitokset, joilla on voimassa oleva ympäristölupa, mutta ei toimintaa			
A	Salvor Oy (Ab Stormossen Oy:n jätehuoltoalueella)	Mustasaari	kompostointi, kiinteytys/stabilointi (ympäristölupa myönnetty 13.6.2001 toistaiseksi, lupa rauennut 17.12.2007 annetulla päätöksellä)
B	Nurmijärven kunta, Metsä-Tuomelan kaatopaikka	Nurmijärvi	kompostointi, huokosilmakäsittely (ympäristölupa myönnetty 5.7.2005 toistaiseksi)
C	Rosk'n Roll Oy Ab, Koivissillan jäteasema	Vihti	terminen käsittely (ympäristölupa myönnetty 5.12.2003 toistaiseksi, toiminta päättynyt vuonna 2008)
D	YTV, Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus	Espoo	kompostointi, huokosilmakäsittely (ympäristölupa myönnetty 26.5.2003 toistaiseksi)
E	HKR, Kyläsaaren välivarastointi- ja kompostointikenttä	Helsinki	kompostointi (ympäristölupa myönnetty 24.2.2004 määräaikaisena 31.12.2010 saakka, ei kompostointia useaan vuoteen).
F	HKR, Viikin pilaantuneiden maa-ainesten välivarastointi- ja kompostointikenttä	Helsinki	kompostointi (ympäristölupa myönnetty 12.4.2006 toistaiseksi, toiminta päättynyt).
G	Lassila & Tikanoja Oyj, jätteenkäsittelykeskus Kukkuroinmäen jätekeskuksen yhteydessä	Joutseno	Kompostointi, kiinteytys/stabilointi, huokosilmakäsittely, pesu (ympäristölupa myönnetty 30.9.2008 toistaiseksi)

5 Ongelmia pilaantuneen maaperän puhdistuksessa

Tässä luvussa käydään läpi YIT Rakennus Oy Kerrostalot Pääkaupunkiseutu -yksikön kohteissa ilmenneitä ongelmia pilaantuneen maaperän puhdistuksessa ja niiden vaikutusta puhdistusprosessiin. Osio on koottu kohteiden työnjohdon kanssa käytyjen keskusteluiden pohjalta.

5.1 Pohja- ja/tai orsiveden korkea pinta

Joissain kohteissa maaperän pohja- ja orsiveden pinta on korkea, jolloin pilaantunutta maa-ainesta joudutaan kaivamaan sen alapuolelta. Tällöin pohja- ja orsivesi pyrkii täyttämään kaivannon. Tällaisessa tilanteessa maan kantavuus huononee, jolloin tulee kaivukaluston kulkureiteille varata ajosiltoja tai kantavia maamassa kerroksia. Kuvassa 5 voi nähdä, kuinka kaivannon pohja on täytynyt vedellä, ja kaivinkoneen on täytynyt vahvistaa kulkureittejään maamassakerroksella.

Pohja- ja orsivettä joudutaan myös pumppaamaan kaivannosta pois, jolloin vesien haitta-aineisuus voi olla koholla niin kuin maaperänkin. Tällöin joudutaan vedet suodattamaan ennen kaupungin viemäriverkkoon pumppaamista. Haitta-aineesta riippuen joudutaan käyttämään erilaisia suodatusmenetelmiä. Pohja- ja orsiveden suodatus yleensä kuuluu ensisijaisesti vastuussa olevalle taholle, mutta työmaalla suodattimen tilaaminen ja asentaminen voi viedä aikaa.



Kuva 6. Kaivannon pohjan täyttyminen pohja- ja orsivedellä [11.].

5.2 Vanhat ja nykyiset maanalaiset rakenteet

Joissain kohteissa voi pilaantunutta maa-ainetta poistaessa maan alla voi sijaita vanhoja tai käytössä olevia rakenteita, kuten sähköarinat, öljysäiliöt tai vesiputket. Etenkin kaivista vanhoista rakenteista ei välttämättä löydy tarkkoja sijainti- tai muita tietoja. Tällöin kannattaa kaivuussa edetä erittäin varovaisesti, jotta säästytään vahingoilta.

Öljysäiliöissä on lisäpilaantumisen vaara, jolloin se tulee poistaa tai suojata siten, ettei mahdollisia lisä pilaantumislähteitä synny. Sähköarinat ja vesiputket tulee varmistaa, että ne ovat pois käytöstä tai suojatta siten, ettei kunnostustyössä ne pääse vahingoittumaan. Vanhoissa sähköarinoissa ja vesiputkissa täytyy varmistaa, että ennen purkamista johdot ovat jännityksettömiä ja putket ovat paineettomia. Kaikkiin maan alaisiin rakenteisiin liittyy vaaratekijöitä, niin terveydelle kuin ympäristölle, jolloin niiden suojaus tai purku kannattaa aina varmistaa asiantuntevalta henkilöltä. Kuvassa 6 on nähtävissä sadevesikaivo, joka pilaantuneen maaperän kaivuissa vaurioitui. Kaivon olemassa olosta eikä sijainnista ollut tietoja, mutta kaivo jouduttiin kunnostamaan entiseen kuntoon.



Kuva 7. Sadevesikaivon vaurioituminen kaivuun yhteydessä [13.].

5.3 Ympäristötekijät

Joissain kohteissa pilaantuneen maaperän puhdistuksen haasteet tulee ympäristöstä, esimerkiksi ympäröivät rakennukset tai liikenne. Esimerkiksi aivan kunnostettavan alueen vieressä voi sijaita vanha rakennus tai liikenneväylä, jotka aiheuttavat ylimääräisiä kuormia kaivannon reunalle. Kuvassa 7 on nähtävissä erään kohteen kaivannon reuna, reunalla kulkee raitiovaununlinja. Kaivannon riittäväksi tuennaksi on todettu maanalta paljastunut vanha kivimuuri. Kivimuuri tukeutuu kallioon, joka on näkyvissä tontin nurkassa.

Koskaan tarkalleen ei voi tietää kuinka syvälle joudutaan pilaantunutta maa-ainesta kaivamaan, niin tulisi mahdollinen kaivannon tukeminen ottaa huomioon hyvissä ajoin. Jälkikäteentuennan tekeminen on hyvin kallista ja aikaa vievää.



Kuva 8. Kaivannon reuna [14.].

5.4 Pilaantuneessa maaperässä jätettä

Aina esitutkinnassa tai tutkimusvaiheessa ei havaita pilaantuneen maa-aineksen lisäksi maaperässä olevaa rakennusjätettä tai muuta jätettä. Tällöin maa-aines kaivamisen jälkeen joudutaan myös seulomaan. Jätettä on yleensä niin pilaantuneessa maa-aineessa kuin pilaantumattomassa maa-aineksessa. Tällöin mahdollisesti on kannattavampaa seuloa maa-aines kohteessa. Tällöin pilaantumaton maa-aines voidaan hyödyntää mahdollisesti jo kohteessa. Kuvassa 14 voi nähdä maa-aineksen seulomiseen tarkoitettu välppä. Tällä välppällä saadaan eroteltua maa-aineksesta esim. betonijäte ja puujäte.

Jos rakennusjäte tai muu jäte on todennäköisesti jonkun vanhan toiminnan aiheuttamaa, kustannukset ja vastuu ovat ensisijaisesti tontin myyjällä. Koska seulonta hidastaa hie-
man kaivuuta, aikataulu voi venyä.



Kuva 9. Maa-aineksen seulomiseen tarkoitettu välppä [15].

6 Tulokset ja yhteenveto

Tässä insinöörityössä tutkittiin pilaantuneen maaperän puhdistusprosessia. Tämän hetkinen tietous YIT Rakennus Oy Kerrostalot Pääkaupunkiseutu -yksiköllä (ARK) pilaantuneesta maaperästä oli mielestäni melkoisen hajanaista, koska mitään yhteistä materiaa-

lia ei ollut. Tieto levisi vain suullisesti henkilöltä toiselle ja vain, jos osasi oikealta henkilöltä kysyä. YIT Rakennus Oy ARK -yksikkö oli useassa kohteessa konsulttiyrityksen varassa kustannus- ja aikataulusuunnittelun kanssa.

Koska tieto YIT Rakennus Oy ARK -yksiköllä oli vähäinen, perusteorian kerääminen, tutkiminen ja ymmärtäminen olivat työn tärkein osuus. Ymmärtäminen, mitä pilaantunut maaperä tarkoittaa ja mitä se on, avasi monen kohteen riskiraportit, kunnostussuunnitelmat ja loppuraportit. Tässä työssä ei syvennytty kohteiden kustannuksiin, koska työ olisi paisunut hallitsemattomaksi, mutta varmasti toteutuneiden kohteiden kustannuksien jaossa on epätietouden vuoksi epäkohtia. Työssä keskityttiin kehittämään maamassojen seurantaan, jolla YIT Rakennus Oy ARK -yksikkö pystyi itse laskemaan ja ennustamaan kustannuksia ja mahdollisesti myös aikataulua.

Insinööriyön tavoitteena olisi saada tietoa ja avustavaa materiaalia pilaantuneen maaperän puhdistusprosessiin, kuten prosessikuvaus sekä työmaaohje. Tavoite saavutettiin. Työssä avataan pilaantuneen maaperän puhdistukseen liittyvää lainsäädäntöä ja termistöä. Työssä käytiin läpi kohta kohdalta pilaantuneen maaperän puhdistusprosessi, joka varmasti auttaa hahmottamaan prosessia. Koska prosessia kuvattiin itse työssä hyvin tarkasti, ei nähty tarpeelliseksi tehdä erillistä dokumenttia tai prosessikaaviota.

Konkreettiseksi tulokseksi tässä insinööriyössä syntyi pilaantuneen maaperän puhdistusprosessin tarkastuslista, pilaantuneen maaperän puhdistuksen aloituspalaverin asialista ja aloituspalaveriin liittyvän pilaantuneen maaperän lohkojakotaulukko. Pilaantuneen maaperän puhdistusprosessin tarkastuslistaan toimii niin sanottuna työmaa ohjeena, jossa on lueteltu asioita joita kannattaa ottaa huomioon ja joihin kannattaa tehdä esivalmisteluja. Tarkastuslistan toivotaan helpottavan pilaantuneen maaperän puhdistuksen kustannus- ja aikataulusuunnittelua. Aloituspalaverin asialista on valmispohja, johon ennen pilaantuneen maaperän puhdistusta pidettävässä aloituspalaverissa nostetaan tärkeitä asioita esiin. Aloituspalaverissa sovitaan yhteisistä pelisäännöistä ja aikatauluista. Asialista muovaantui YIT Rakennus Oy ARK -yksikön olemassa olevasta valmispohjasta, jonka muokkasin pilaantuneen maaperän puhdistukselle sopivaksi. Pilaantuneen maaperän lohkojakotaulukko syntyi maa-aineksien seurannan avuksi. Taulukolla pyritään helpottamaan puhdistuksen jälkeistä kustannuksien jakoa. Työn tulokseksi syntynyt materiaalit ovat tarkoitettu vain YIT Rakennus Oy ARK -yksikön käyttöön, joten ne ovat jätetty pois työn liitteistä.

Lähteet

1. Ympäristöministeriön kotisivut: http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Pilaantuneet_alu-eet, luettu 13.4.2017
2. Mroueh Ulla-Maija, Järvinen Hanna-Liisa, Lehto Olli 1996: Saastuneiden maiden tutkiminen ja kunnostus, Paino-Center Oy, Helsinki
3. Kukkamäki, Markku. Pilaantuneen maaperän puhdistaminen, RT-kortisto: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010503.pdf>, luettu 13.4.2017
4. Ympäristöministeriö, ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014, E-dokumentti https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/136564/OH_6_2014.pdf, luettu 13.4.2017
5. Reinikainen, Jussi. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittäysperusteet, E-dokumentti <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC633F084-8595-4032-BDD8-EFD539D4AED1%7D/91488>, luettu 13.4.2017
6. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu: <http://www.ymparisto.fi/pimailmoitus>, luettu 13.4.2017
7. Finlexin kotisivu: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527>, luettu 13.4.2017
8. Mroueh Ulla-Maija, Vahanne Pasi, Eskola Paula, Pasanen Antti, Wahlström Margareta, Mäkelä Esa, Laaksonen Rainer 2004: Pilaantuneiden maiden kunnostushankkeiden hallinta, Dark Oy, Vantaa
9. Hämeen ympäristökeskus, Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu, taustaraportti, pilaantuneet maat, E-dokumentti: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B451660D6-E235-4EF4-8DE0-6B86A624DB10%7D/93079>, Luettu 13.4.2017

10. Ympäristöministeriö/ Ympäristönsuojeluosasto, Muistio: Kaivetut maa-ainekset-jäteluonne ja käsittely: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B5E488047-B25B-45E4-AAE2-6495FBB53B5B%7D/110447>, Luettu 13.4.2017
11. Kuva 6, Korttelin 22392 kunnostuksen loppuraportti
12. YIT Rakennus Oy:n kotisivut: <https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta>, luettu 13.4.2017
13. Kuva 10, Sadevesikaivon vaurioituminen kaivuun yhteydessä, kuvaaja Sakari Kettunen
14. Kuva 11, Kaivannon reuna, kuvaaja Sakari Kettunen
15. Kuva 9, Sele metallin kotisivut: <http://www.sele.fi/index.php/vaelppae>, luettu 13.4.2017
16. Finlexin kotisivu: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646#Pidp3954096>, luettu 13.4.2017